



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

---

Buchholz, H. E.: Bedeutung der Datengrundlage für die Formulierung und Interpretation eines multiregionalen Prozeßanalysemodells. In: Reisch, E.: Quantitative Methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 4, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1967), S. 393-406.

---



# Bedeutung der Datengrundlage für die Formulierung und Interpretation eines multiregionalen Prozeßanalysemodells

Von Dr. H. E. BUCHHOLZ, Göttingen

1	Einführung .....	393
2	Datenprobleme in multiregionalen Modelluntersuchungen ....	395
2.1	Datenverfügbarkeit .....	395
2.2	Datenqualität .....	396
2.3	Datenaufbereitung .....	397
3	Das Beispielmodell .....	399
4	Die Daten des Modells .....	402
4.1	Einfluß der Daten auf die Abgrenzung des Problems .....	402
4.2	Einfluß der Daten auf die Wahl des Modelltyps .....	402
4.3	Einfluß der Daten auf die Spezifizierung der Modellstruktur ...	403
4.3.1	Primäre Zwischenprodukte .....	403
4.3.2	Futteransprüche anderer Viehwirtschaftszweige .....	403
4.3.3	Technische Koeffizienten der Produktion und Verarbeitung ...	404
4.3.4	Kosten der Produktion und Verarbeitung .....	404
4.3.5	Transportkosten .....	404
4.3.6	Nachfragemengen .....	405
4.4	Die Interpretation der Ergebnisse .....	405
5	Schlußbemerkung .....	406

## 1 Einführung

Nachdem lange Zeit hindurch Fragen des Standorts und der interregionalen Handelsbeziehungen sowohl in der eigentlichen Standorttheorie (THÜNEN, WEBER), wie auch in der auf dem Prinzip der komparativen Kosten (RICARDO) aufbauenden Außenhandelstheorie getrennt behandelt worden waren, begann etwa in der Mitte der 1940er Jahre eine neue Konzeption dieser Problemgebiete sich durchzusetzen, in der nun eine Synthese von Standort- und Außenhandelstheorie mit der Theorie vom wirtschaftlichen Gleichgewicht angestrebt wurde. Stark beeinflusst wurden diese Bemühungen durch die Entwicklung der Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung, welche zu neuen prozeßanalytischen Formulierungen der Produktionstheorie, wie der Theorie vom allgemeinen wirtschaftlichen Gleichgewicht geführt haben [18]. Eine entscheidende Voraussetzung dafür war die Abkehr von der ursprünglichen Betrachtung des Raumes als einer kontinuierlichen Fläche. Stattdessen wurde der Raum nunmehr als eine Summe diskontinuierlicher Regionen aufgefaßt, wobei im Grenzfall mit unendlich vielen Regionen der Übergang zur kontinuierlichen Fläche wiederhergestellt werden kann. Die ersten Anwendungen prozeßanalytischer Verfahren zur Untersuchung standorttheoreti-

TABELLE 1 Typen von multiregionalen Modellen

Modelltyp	Das einfache Transportmodell <sup>1)</sup>	Das erweiterte Transportmodell (Iterativ) <sup>2)</sup>	Lineares Programm <sup>3)</sup>	Lineares Programm (Iterativ) Nichtlineares Programm <sup>4)</sup>	Nichtlineares Programm <sup>5)</sup>
	1	2	3	4	5
Problemstellung	Bestimmung der kostenminimalen, interregionalen Produktströme (Ein oder mehrere Produkte)	Wie Spalte 1 plus Bestimmung regionaler Preisgleichgewichte	Bestimmung der kostenminimalen Produktionsniveaus und der interregionalen Warenströme für Produkte und Produktionsfaktoren	Wie Spalte 3 plus Bestimmung regionaler Produktions-, Preis- und Allokationsgleichgewichte bei regional gegebenen Faktorverfügbarkeiten	Bestimmung regionaler Produktions-, Preis- und Allokationsgleichgewichte
Datenanforderungen	Regionale Angebotsmengen; Regionale Nachfragemengen; Transportkosten je Produkteinheit zwischen allen Regionen; Regionale Produktionskosten*) Regionale Verarbeitungskosten*) Regionale Lagerkosten*) Transportkapazitäten*);	Wie Spalte 1 plus Regionale Preis-Nachfragefunktionen;	Regionale Nachfragemengen; Regionale Produktionsmittelmengen; Regionale Produktionsfunktionen; Regionale Produktionskosten; Regionale Produktionskapazitäten; Regionale Verarbeitungskosten; Regionale Verarbeitungskapazitäten; Transportkosten je Produkt- und Faktoreinheit zwischen allen Regionen; Regionale Endproduktpreise*)	Wie Spalte 3 plus Regionale lineare Preis-Nachfragefunktionen;	Regionale lineare Preis-Angebotsfunktionen und Preis-Nachfragefunktionen Transportkosten für Endprodukte;
Lösungsergebnisse	Kostenminimale Produktbewegungen; Regionale Preisdifferenzen; Handelsvolumen; Gesamttransportkosten; Alternative Warenströme; Regionale Vorräte*); Regionale Nachfragedefizite*)	Wie Spalte 1 plus Regionale Gleichgewichtspreise;	Regionale Produktionsniveaus; Kostenminimale Produktbewegungen; Regionale Faktorbewegungen; Regionale Verarbeitungsniveaus; Regionale Faktorpreis-differenzen; Regionale Faktorpreise*)	Wie Spalte 3 plus Gleichgewichtspreise für Produkte und Produktionsfaktoren;	Regionale Warenströme und Gleichgewichtspreise für Endprodukte

<sup>1)</sup> T. C. KOOPMANS [17] — <sup>2)</sup> P. A. SAMUELSON [24], G. G. JUDGE und T. D. WALLACE [15] — <sup>3)</sup> L. LEFEBER [20], B. H. STEVENS [28] — <sup>4)</sup> T. TAKAYAMA und G. G. JUDGE [29] — <sup>5)</sup> T. TAKAYAMA und G. G. JUDGE [30]. \*) fakultativ

scher bzw. multiregionaler Probleme wurden unternommen von KOOPMANS [17], SAMUELSON [24], BECKMANN [3], BAUMOL [2], BECKMANN und MARSCHAK [4], sowie REITER und MCKENZIE [23]. Erste umfassende, allgemeine, interregionale Modelle zur Bestimmung optimaler und effizienter Produktions- und Allokationsprogramme wurden von LEFEBER [20], STEVENS [28] und v. BÖVENTER [5] erstellt. In diesen Modellen werden Preise der Endnachfrage, bekannt vorausgesetzt. Wenn jedoch regionale Nachfrage- und/oder Angebotsfunktionen bekannt sind, können mit den von TAKAYAMA und JUDGE [30, 29] entwickelten Modellen Gleichgewichtslösungen auf direktem Wege ermittelt werden. Verschiedene mögliche Modellansätze sind im deutschen Sprachbereich von HENRICHSMEYER [13] im Hinblick auf Anwendungsmöglichkeiten im landwirtschaftlichen Bereich dargestellt worden. Weiterhin haben WEINSCHENCK und HENRICHSMEYER gezeigt, „wie die moderne Entwicklung an die klassische Standortlehre THÜNENS, AEREBOES und BRINKMANNS anknüpft und in welchem Sinne sie eine Weiterentwicklung der bisherigen Betrachtungsweise bedeutet“ [32, S. 1f.].

In der Tat läßt sich sagen, daß im Rahmen der Voraussetzungen des linearen Prozeßanalysemodells<sup>1)</sup> nunmehr viele der Probleme, die sich aus der räumlichen Dimension des Wirtschaftens ergeben, theoretisch gelöst werden können. Dies nicht zuletzt deshalb, weil die verwendeten Programmierungsmodelle derart flexibel sind, daß die jeweiligen besonderen Fragestellungen durch entsprechende Formulierung des Modellansatzes berücksichtigt werden können. So lassen sich die meisten der empirisch angewendeten multiregionalen Modelle auf einige wenige Grundtypen zurückführen (vgl. Tab. 1). In Zeile 3 der Tab. 1 wird gezeigt, wie die Anforderungen an die Verfügbarkeit statistischer Daten zur Auffüllung der formalen Modelle mit empirischem Gehalt vom Transportmodell zu den komplexeren Programmierungsmodellen zunehmen.

Das Datenproblem ist zur Zeit wohl der größte Engpaß bei der Aufstellung empirischer multiregionaler Modelle. Denn, wenn gesagt werden kann, daß die theoretischen Probleme größtenteils gelöst sind, bzw. konzeptionell keine unüberwindbaren Schwierigkeiten mehr bieten, so ist die Verfügbarkeit und die Güte des auf regionaler Ebene vorhandenen empirischen Datenmaterials vielfach sehr unbefriedigend.

## 2 Datenprobleme in multiregionalen Modelluntersuchungen

### 2.1 Datenverfügbarkeit

Die unter Verwendung von Programmierungstechniken entwickelten multiregionalen Modelle sind durch ihren normativen Charakter ausgezeichnet. Ergebnisse aus solchen Modellen zeigen somit nicht an „was ist“, sondern das „was sein sollte“. Das heißt, die Daten der ökonomischen Wirklichkeit werden im Modell so kombiniert, daß sich eine unter gewissen Voraussetzungen, die in der Struktur des Modells zum Ausdruck gebracht werden, ideale Lösung ergibt. Könnte man davon ausgehen, daß die Voraussetzungen und Annahmen des Modells den Gegebenheiten der Wirklichkeit entsprechen und daß die in das Modell eingehenden Daten fehlerfrei wären, dann wäre das Modellergebnis ein Leitbild, dessen Verwirklichung anzustreben wäre. Wenn nun gesagt werden kann, daß die mit der Entwicklung der Modellstruktur zusammenhängenden Probleme prinzipiell lösbar sind, dann wird deutlich, in wie starkem Maße der Ausgawert empirischer Regionalmodelle von den verwendeten Daten abhängt.

Auf der anderen Seite besteht jedoch gerade für regionale Untersuchungen ein erheblicher Mangel an guten, umfassenden statistischen Unterlagen, da die meisten Statisti-

<sup>1)</sup> Insbesondere Additivität und Linearität.

ken nur auf gesamtwirtschaftlicher Ebene veröffentlicht werden, entweder weil die Berechnung nur für die Gesamtwirtschaft durchgeführt wird oder aber die Erhebungsunterlagen der Öffentlichkeit nicht zugänglich sind. Somit stellt sich vor der Frage nach der Qualität der Daten zunächst die Frage nach dem Vorhandensein regional hinreichend tiefuntergliederter Daten, die auch kontinuierlich veröffentlicht werden. In der deutschen Statistik ist dies für einige Bereiche wie die Bevölkerungsstatistik, die Anbau- und Erntestatistik, Betriebsgrößen- und Betriebsflächenstatistik und andere der Fall. Für die vom ökonomischen Standpunkt bedeutsame regionale Verteilung der Einkommen, des Verbrauchs, der Investitionen u. a. bestehen jedoch kaum irgendwelche regionale Angaben. Während zum Beispiel das verfügbare Einkommen der Haushalte gesamtwirtschaftlich ausgewiesen wird, liegen regional nur Berechnungen des Bruttoinlandprodukts und auch diese nur in Intervallen von drei Jahren vor.

Wenn die gesamtwirtschaftlichen Größen bekannt sind, dann ist es vielfach jedoch möglich, die regionalen Daten zu schätzen unter Zuhilfenahme von Informationen, u. U. auch qualitativer Art, über die besonderen Charakteristika einzelner Regionen.

Eine Übersicht über amtlich veröffentlichte Regionalstatistiken ist dankenswerterweise vom Statistischen Bundesamt im Jahre 1966 erstmalig herausgegeben worden [27]. Damit ist der Zugang zu dem verstreut vorliegenden regionalstatistischen Material wesentlich erleichtert.

Es muß jedoch auch erwähnt werden, daß die Kontinuität von Daten hier kein vorzügliches Problem darstellt. Gegenüber Regressionsmodellen, bei denen aus statistischen Gründen möglichst lange, homogene Beobachtungsreihen vorliegen sollen, haben (statische) Programmierungsmodelle den Vorteil, daß nur die Daten eines einzigen Zeitpunktes (in der Regel ein Beobachtungsjahr, eventuell Durchschnittszahlen aus mehreren Jahren) benötigt werden. Für einen eng begrenzten Zeitraum ist die Beschaffung von Daten jedoch um vieles erleichtert. Erst beim Übergang zu dynamischen Modellen müssen kontinuierliche Daten vorliegen.

## 2.2 Datenqualität

Vor kurzem ist eine neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage der Studie „Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen“ von O. MORGENSTERN [21] erschienen. Den dort gegebenen prinzipiellen Ausführungen über die Qualität wirtschaftlicher Daten ist hier kaum etwas hinzuzufügen. Da die Durchführung von geplanten Experimenten in den Wirtschaftswissenschaften weitgehend ausscheidet, ergeben sich Fehlerquellen bei der Erhebung und Bearbeitung von Wirtschaftsdaten namentlich durch bewußt oder unbewußt falsch gegebene Informationen, durch unsachgemäße Anlage von Fragebogen, durch ungenaue Begriffsbestimmung oder Klassifikation, durch zeitliche Veränderung der Beobachtungsgrößen sowie durch maschinelle oder menschliche Fehler auf jeder Stufe der Aufbereitung. Die Kenntnis der möglichen Fehlerquellen ist aber verhältnismäßig uninteressant, solange nichts über die Größenordnung der möglichen Fehler bekannt ist und auch nichts darüber, in welchem Maße sich die Fehler akkumulieren oder gegenseitig kompensieren. MORGENSTERN stellt deshalb die Forderung, auch in den Sozialwissenschaften jede numerische Größenangabe nur in Verbindung mit einer Schätzung des wahrscheinlichen Fehlers zu veröffentlichen. Aus verschiedenen Gründen, insbesondere wegen der damit verbundenen Kosten, wie auch wegen der konzeptionellen Unmöglichkeit der Überprüfung einmaliger Ereignisse, ist dies jedoch nur in begrenztem Maße möglich. Morgenstern selbst trifft die resignierende Feststellung, daß eine wirkliche Fehlerbewertung oder gar Ausmerzung von Fehlern im Bereich der Sozialwissenschaften nicht möglich ist [21, S. 45]. In dem hier behandelten Zusammenhang soll dieses Thema nicht weiter vertieft werden. Es soll aber darauf hingewiesen

werden, daß gewisse Überprüfungen von statistischen Erhebungen in Deutschland bereits regelmäßig durchgeführt werden<sup>1)</sup>). Auch darf man hoffen, daß ähnliche grobe Ungereimtheiten, wie von Morgenstern aus der amerikanischen Statistik berichtet, der Gründlichkeit deutscher Statistiker nicht verborgen bleiben.

### 2.3 Datenaufbereitung

Das Datenproblem erschöpft sich nicht in der Verfügbarkeit von Daten. Selbst wenn statistische Daten in beliebig tiefer Untergliederung vorhanden wären, könnten multi-regionale Modelluntersuchungen nicht beliebig ausgedehnt werden. Die Dimensionen des Programmierungstableaus multiregionaler Modelle steigen in etwa mit dem Quadrat der Zahl der Regionen. Wenn auch die Besatzdichte derartiger Matrizen in der Regel gering ist, gelangt man dabei doch recht schnell an die Grenzen der technischen Verarbeitungsmöglichkeiten des Datenmaterials. Aus diesem Grunde und auch weil die vorhandenen Daten vielfach nicht in der Form vorliegen wie sie in Modelluntersuchungen gebraucht werden, sind meistens spezifische Zusammenfassungen (Aggregationen) oder auch Umformungen (Parameterschätzungen) erforderlich. Hierbei entsteht eine Fülle neuer Probleme.

Über das Problem der Bildung von makroökonomischen Aggregaten aus mikroökonomischen Daten liegt eine umfangreiche Literatur vor [9; 10; 16; 31], und die methodischen Aspekte sind, wenn nicht gelöst, so doch erkannt. Die Wahl der räumlichen Aggregationsebene in multiregionalen Modellen, d. h. eigentlich die Entscheidung über die Regioneneinteilung, bietet methodisch kaum neue Aspekte, eröffnet in ihren Konsequenzen praktisch jedoch eine Reihe neuer, zum großen Teil ungelöster Fragen. Konzeptionell kann man die kleinste Wirtschaftseinheit, das ist auf der Angebotsseite der Einzelbetrieb, als die kleinstmögliche Region betrachten. Ein solches Regionenkonzept würde der mikroökonomischen Betrachtungsweise entsprechen, wobei der Gegenstand der Untersuchung nicht die innerbetrieblichen Zusammenhänge, sondern die zwischenbetrieblichen Wettbewerbsbeziehungen wären. Im Agrarsektor ist in Anbetracht der Vielzahl der Einzelbetriebe ein solches Vorgehen jedoch einfach ausgeschlossen. Es muß eine Aggregation vorgenommen werden, derart, daß Regionen mit gleichartigen Produktionsbedingungen abgegrenzt werden, wobei allenfalls innerhalb solcher Regionen eine Anzahl verschiedener Betriebsstrukturen zugelassen werden können. Hier beginnen die praktischen Probleme. Einmal ist es durchaus nicht der Fall, daß statistische Daten in beliebig tiefer Untergliederung vorliegen, zum anderen müssen auch infolge der oben erwähnten Be- und Verarbeitungsmöglichkeiten in empirischen Untersuchungen verhältnismäßig große räumliche Aggregate gebildet werden, um operationale Dimensionen des Modells zu gewährleisten. Abgesehen von Verzerrungen, die infolge der Unbeweglichkeit einiger Produktionsmittel bei jeglicher räumlicher Aggregation auftreten können [13, S. 104], ist es bei zu weitgehender räumlicher Aggregation außerdem möglich, daß in kleineren Bereichen innerhalb der für die Untersuchung abgegrenzten Regionen spezifische Produktionsbedingungen bestehen, die aber nicht berücksichtigt werden. Dann kann die Optimumlösung für die Gesamtregion zu den in solchen kleineren Bereichen vorherrschenden Produktionsbedingungen in Widerspruch stehen. Das beeinträchtigt natürlich die Aussagekraft der Modellergebnisse [11]. Inwieweit solche Probleme von Bedeutung sind und berücksichtigt werden müssen, kann nur von Fall zu Fall in Kenntnis der besonderen Verhältnisse des Untersuchungsobjektes und im Hinblick auf die Ziele der Untersuchung entschieden werden. Praktisch kann auch durch eine Beschränkung auf Partialmodelle, in denen nicht die Gesamtlandwirtschaft, son-

<sup>1)</sup> [26, insbes. S. 249 und S. 296].



dern nur besondere Betriebszweige (bzw. Güter) oder nicht das Gebiet der Bundesrepublik, sondern kleinere geographische Gebiete untersucht werden, eine adäquate Regionenaufteilung erreicht werden. Voraussetzung dafür ist, daß die wirtschaftlichen Verflechtungen mit anderen Betriebszweigen oder mit anderen geographischen Gebieten nicht zu groß sind.

Erst nachdem die Entscheidung über die räumliche Aggregationsebene getroffen ist, kann die weitere Aufbereitung der vorhandenen Daten für die Zwecke der Modellanalyse erfolgen. Dazu gehören die Ermittlung von Produktions- und Kostenfunktionen (einschl. Transportkostenfunktionen) und die geeignete Auswahl von technischen Produktions- und Verarbeitungskoeffizienten und Kostengrößen. Für die Bestimmung von Gleichgewichtslösungen ist ferner die Kenntnis von Nachfrage- und gegebenenfalls von Angebotsfunktionen notwendig (vgl. Tab. 1).

Bei der Festlegung der technischen Koeffizienten und Kostengrößen kann vielfach auf die Ergebnisse von Experimenten zurückgegriffen werden. Problematisch ist dabei nur, inwieweit solche Ergebnisse, die unter besonderen Bedingungen erzielt werden, für den allgemeinen Stand des technischen Produktionsniveaus repräsentativ sind. Weiterhin muß geprüft werden, ob geographisch bedingte Unterschiede bestehen und wie diese gegebenenfalls berücksichtigt werden können. Hier lassen sich jedoch Lösungen finden, da zumindest ein reiches Erfahrungswissen über die technischen Produktionsmöglichkeiten vorliegt und somit eine ständige Überprüfung der gewählten Größen möglich ist. Eine wertvolle Quelle geeigneter Daten sind weiterhin die zahlreichen vom KTL ermittelten Richtzahlen für die Kalkulation, in denen unter anderem technische Produktionsparameter und spezifische Kostengrößen einer großen Zahl von Produktionsprozessen erfaßt worden sind.

Wesentlich schwieriger ist die Ermittlung von regionalen Nachfrage- und Angebotsfunktionen, in denen das Verhalten von Nachfragern und Erzeugern als funktional abhängig von Preis- und Einkommensänderungen ausgedrückt werden soll. In der BRD sind für die Nachfrage der meisten Produkte gesamtwirtschaftliche Nachfragefunktionen geschätzt worden, die das Verhalten der Verbraucher größtenteils zu erklären erlauben. Für kleinere Regionen sind jedoch noch keinerlei Nachfragefunktionen ermittelt worden, da für kleinere Gebiete die erforderlichen Verbrauchs- und Einkommensdaten und Preise nicht im notwendigen Ausmaß vorliegen. Unter Verwendung zusätzlicher Informationen, etwa aus Verbrauchsstichproben oder Haushaltserhebungen, ist es u. U. möglich, aus den gesamtwirtschaftlichen Nachfragefunktionen regionale Funktionen abzuleiten [19]. Auf der Angebotsseite gibt es jedoch für kein landwirtschaftliches Produkt eine aussagefähige gesamtwirtschaftliche Angebotsfunktion noch regionale Angebotsfunktionen. Hier hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß durch die Bestimmung von Angebotsfunktionen aus Zeitreihen das Verhalten der Anbieter nicht in angemessener Weise zu erfassen ist. Es wird nunmehr versucht, durch Aggregation normativer einzelbetrieblicher Angebotsfunktionen zu Aussagen über das gesamtwirtschaftliche Angebot zu gelangen [22; 12; 1]. Solche Untersuchungen befinden sich aber noch im Stadium der Entwicklung.

Aus diesen Gründen werden in der Regel in multiregionalen Programmierungsmodellen Nachfrage und Angebot zunächst als völlig unelastisch unterstellt. Es wird also die Annahme getroffen, daß während der Untersuchungsperiode Angebot und Nachfrage kurzfristig nicht auf Änderungen von Preisen und Einkommen reagieren. Dies genügt für die Bestimmung kurzfristiger Optimumlösungen. Da für die Ermittlung von Gleichgewichtslösungen zumindest jedoch die Kenntnis von regionalen Nachfragefunktionen erforderlich ist, wäre es außerordentlich wünschenswert, wenn mehr Informationen über regionalen Verbrauch, Einkommen und Preise zur Verfügung stünden, die die Ableitung regionaler Nachfragefunktionen ermöglichen würden.

### 3 Das Beispielmodell

Das Grundproblem der Modelluntersuchung war eine Analyse der optimalen Produktionsniveaus und der optimalen Produktionsstandorte der Rinder- und Schweinemast in den USA bei gegebener Organisation aller anderen Viehwirtschaftszweige<sup>1)</sup>. Mit dem Modell sollten methodische Probleme der Aufstellung, Durchrechnung, Prüfung und Interpretation eines interdependenten multiregionalen Modells, sowie die Möglichkeiten der praktischen Auswertung der Modellergebnisse geprüft werden.

Im Modell wurden die primären Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital als nicht limitational, das regionale Angebot der primären Zwischenprodukte Futtergetreide, Eiweißfuttermittel, Rohfutter und Magervieh als kurzfristig völlig unelastisch angenommen. Für die Umwandlung der primären Zwischenprodukte in die sekundären Zwischenprodukte Schlachtrinder- und Schlachtschweine wurde eine Anzahl alternativer Produktionsprozesse spezifiziert. Für die Umwandlung der sekundären Zwischenprodukte wurde jeweils nur ein Verarbeitungsprozeß eingeführt, wobei außerdem die Verarbeitungskapazitäten regional fixiert waren. Für alle transportablen Produkte wurden Transportprozesse eingeführt und die Transportkosten für jedes Regionenpaar ermittelt. Die Futteransprüche der im Modell nicht analysierten Viehwirtschaftszweige wurden als gegebene Größen in das Modell aufgenommen, da Futtermitteltransporte von der Gesamtnachfrage nach Futtermitteln bestimmt werden. Die dem Modell zugrundegelegte Beobachtungsperiode war das Wirtschaftsjahr 1959/60. Die räumliche Struktur des Modells wurde durch eine 26-Regionen-Aufteilung des Festlandes der Vereinigten Staaten dargestellt.

In der mathematischen Formulierung wurden mit  $x$  Mengenvariablen, mit  $d$  und  $s$  gegebene Nachfrage- und Angebotsmengen, mit  $p$ ,  $t$  und  $c$  Preise, Transportkosten und Produktionskosten, mit den Subskripten  $i$  und  $j$  Regionen, mit den Subskripten  $\theta k$ ,  $\theta m$  und  $\theta q$  Produktions- und Transportprozesse, wobei  $k$  Endprodukte,  $m$  sekundäre Zwischenprodukte und  $q$  primäre Zwischenprodukte bezeichnen und mit  $\alpha$  technische Koeffizienten dargestellt (wobei z. B.  $\alpha^{m\theta k}$  der technische Koeffizient der Umwandlung des sekundären Zwischenprodukts  $m$  in das Endprodukt  $k$  im Prozeß  $\theta$  bedeutet). Die Zielgleichung des Modells gibt Gleichung (3.1):

(3.1) Max $F(X) =$	Maximiere:
$\sum_i \sum_k p_i^k \sum_j \sum_{\theta k} x_{ij}^{\theta k}$	Die Summe der regionalen Endprodukterlöse
$-\sum_i \sum_j \sum_k \sum_{\theta k} t_{ij}^k x_{ij}^{\theta k}$	minus der Summe der Transportkosten der Endprodukte
$-\sum_i \sum_k \sum_{\theta k} c_i^{\theta k} x_i^{\theta k}$	minus der Summe der Verarbeitungskosten der Endprodukte
$-\sum_i \sum_m \sum_{\theta m} c_i^{\theta m} x_i^{\theta m}$	minus der Summe der Produktionskosten der sekundären Zwischenprodukte
$+\sum_i \sum_{\theta s} p_i^s x_i^{\theta s}$	plus der Summe der (gegebenen) Erlöse der übrigen Viehwirtschaftszweige
$-\sum_i \sum_j \sum_m \sum_{\theta m} t_{ij}^m x_{ij}^{\theta m}$	minus der Summe der Transportkosten der sekundären Zwischenprodukte

<sup>1)</sup> Die Studie wurde vom Verfasser während eines Forschungsaufenthalts an der University of Illinois im Jahre 1964/65 durchgeführt; vgl. auch [6, 7, 8].

$$-\sum_i \sum_j \sum_m \sum_{\theta m} t_{ij}^q x_{ij}^{\theta q}$$

minus der Summe der Transportkosten der primären Zwischenprodukte.

Die Nebenbedingungen lauten wie folgt:

$$(3.2) \sum_i \sum_k \sum_{\theta k} \alpha_i^{k\theta k} x_i^{\theta k} \geq$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_{\theta k} \alpha_{ij}^{k\theta k} x_{ij}^{\theta k}$$

Die Produktion der Endprodukte  $k$  in Region  $i$  ist gleich oder größer als die intra- und interregionalen Exporte der Endprodukte  $k$  (von den Verarbeitungs- zu den Verbrauchsstandorten).

$$(3.3) \sum_i \sum_m \sum_{\theta m} \alpha_i^{m\theta m} x_i^{\theta m} + \sum_i \sum_j \sum_m \sum_{\theta m} \alpha_{ji}^{m\theta m} x_{ji}^{\theta m} \geq$$

$$\sum_i \sum_m \sum_k \sum_{\theta k} \alpha_i^{m\theta k} x_i^{\theta k} + \sum_i \sum_j \sum_m \sum_{\theta m} \alpha_{ij}^{m\theta m} x_{ij}^{\theta m}$$

Die Summe aus intraregional vorhandenen und interregional importierten sekundären Zwischenprodukten  $m$  ist gleich oder größer als

die Summe aus intraregional zur Produktion von Endprodukten  $k$  verwendeten und interregional exportierten sekundären Zwischenprodukten  $m$ .

$$(3.4) \sum_i \sum_q s_i^q + \sum_i \sum_j \sum_q \sum_{\theta q} \alpha_{ji}^{q\theta q} x_{ij}^{\theta q} \geq$$

$$\sum_i \sum_q \sum_{\theta s} \alpha_i^{q\theta s} x_i^{\theta s} + \sum_i \sum_q \sum_m \sum_{\theta m} \alpha_i^{q\theta m} x_i^{\theta m} + \sum_i \sum_j \sum_q \sum_{\theta q} \alpha_{ij}^{q\theta q} x_{ij}^{\theta q}$$

Die Summe aus intraregional gegebenen und interregional importierten primären Zwischenprodukten  $q$  ist gleich oder größer als

die Summe aus intraregional gegebenen Ansprüchen anderer Viehwirtschaftszweige und intraregional zur Produktion von sekundären Zwischenprodukten  $m$  verwendeten und interregional exportierten primären Zwischenprodukten  $q$ .

$$(3.5) \sum_i \sum_m \sum_{\theta m} \alpha_i^{m\theta m} x_i^{\theta m} \geq K$$

Die Produktion sekundärer Zwischenprodukte  $m$  kann nicht größer als eine Konstante  $K$  sein.

$$(3.6) \sum_i \sum_k d_i^k \geq \sum_i \sum_j \sum_k \sum_{\theta k} \alpha_{ji}^{k\theta k} x_{ji}^{\theta k}$$

Die Nachfrage nach Endprodukten  $k$  in Region  $i$  ist gleich oder größer als die intra- und interregionalen Importe der Endprodukte  $k$  (der Verbrauchs- von den Verarbeitungsstandorten).

$$(3.7) \sum_i \sum_r s_i^r \geq \sum_i \sum_m \sum_k \sum_{\theta k} \alpha_i^{m\theta k} x_i^{\theta k}$$

Die Verarbeitungskapazität  $r$  in Region  $i$  ist gleich oder größer als die in Region  $i$  aus sekundären Zwischenprodukten  $m$  zu Endprodukten  $k$  verarbeiteten Mengen.

$$(3.8) x_{ij}^{\theta h}, x_i^{\theta h}, x_i^{\theta s}, x_{ij}^{\theta m}, x_{ij}^{\theta q} \geq 0$$

Bedingungen der Nichtnegativität der Aktivitätsniveaus.

Die Ungleichungen (3.2) und (3.3) drücken die Bedingungen über die Verfügbarkeit der sekundären und primären Zwischenprodukte aus. Die Ungleichungen (3.6) und (3.7) sind die Bedingungen der Nachfrage nach Endprodukten und der Verfügbarkeit von

Verarbeitungskapazitäten. Die Ungleichung (3.5) setzt obere Grenzen für die Erzeugung von Schlachtrindern und Schlachtschweinen. Gesucht wird das durch diese Nebenbedingungen beschränkte Maximum der Zielgleichung. Das Programmierungstableau des Modells ist in vereinfachter Form in Tab. 2 dargestellt.

TABELLE 2 Das Programmierungstableau (Simplex Tableau)

Interne Preise u. Renten	Produktions- und Transportaktivitäten						Restriktionen	Nr. der Gleichung
	$x_{ij}^{\theta k}$	$x_i^{\theta k}$	$x_i^{\theta m}$	$x_i^{\theta s}$	$x_{ij}^{\theta m}$	$x_{ij}^{\theta q}$		
$U$					$i \neq j$		$P_0$	
$u_i^k$	$\alpha_{ij}^{k\theta k}$	$-\alpha_i^{k\theta k}$					$\leq 0$	3.2
$u_i^m$		$\alpha_i^{m\theta k}$	$-\alpha_i^{m\theta m}$		$\alpha_{ij}^{m\theta m}$		$\leq 0$	3.3
$u_i^q$			$\alpha_i^{q\theta m}$	$\alpha_i^{q\theta s}$		$\alpha_{ij}^{q\theta q}$	$\leq s_i^q$	3.4
$v^n$			$\alpha_i^{m\theta m}$				$\leq k^n$	3.5
$u_i^k$	$\alpha_{ji}^{k\theta k}$						$\leq d_i^k$	3.6
$u_i^r$		$\alpha_i^{m\theta k}$					$\leq s_i^r$	3.7
	$(p_i^k - t_{ij}^k)$	$-c_i^{\theta k}$	$-c_i^{\theta m}$	$p_i^s$	$-t_i^m$	$-t_{ij}^q$		
Nummer d. Gleichung	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14	3.15		

Tab. 2 enthält ein duales Minimumproblem mit internen Preisen (u) und Renten (v) als Variablen, auf dessen verbale Beschreibung hier nicht eingegangen werden soll [6; 7].

Die primale Lösung des Modells ergibt eine unter den bei der Modellspezifizierung unterstellten Verhaltensweisen, mengenmäßigen Beschränkungen und technischen Koeffizienten optimale regionale Verteilung der Erzeugungs- und Verarbeitungsmengen von Mastrindern und Mastschweinen, die kostenminimalen, interregionalen Transportmengen von Zwischen- und Endprodukten, die regionale Ausnutzung der Schlachtkapazitäten und die Vorratshaltung von Futtermitteln. In der dualen Lösung werden regionale Preisdifferenzen für die End- und Zwischenprodukte ermittelt.

Mit dieser Spezifizierung kann das Modell als einfaches lineares Programm gelöst werden. Die Überlegungen und Einschränkungen, die sich bei der Auswahl der Daten auf die Formulierung und Interpretation des Modells ergaben, werden im nächsten Abschnitt eingehender diskutiert.

## 4 Die Daten des Modells

Der Einfluß der Daten auf die Bildung des Modells konzentriert sich auf die folgenden Punkte:

- a) Die Auswahl und Abgrenzung des Problems
- b) Die Wahl eines Modelltyps
- c) Die Spezifizierung der Modellstruktur
- d) Die Interpretation der Ergebnisse.

Dabei haben die Verfügbarkeit und die Möglichkeiten der Aufbereitung von Daten namentlich Einfluß auf die ersten drei Punkte. Bei der Interpretation der Ergebnisse ergibt sich das Problem der Verfügbarkeit vergleichbarer Daten.

### 4.1 *Einfluß der Daten auf die Abgrenzung des Problems*

Ursprünglich war geplant worden, ein multiregionales Modell für die gesamte Viehwirtschaft der Vereinigten Staaten zu entwickeln. Es zeigte sich jedoch, daß es mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht möglich war, die Produktionsgrundlagen aller Viehwirtschaftszweige zu erfassen. Insbesondere fehlten für den Milcherzeugungssektor hinreichende Informationen über die Produktionskapazitäten des Grünlandes sowie Daten über die bei der Geflügelhaltung ausschlaggebenden Variablen Arbeits- und Kapitalbedarf. Für die Schafhaltung lagen ebenfalls nur unzureichende Daten vor. Damit mußte die erste Einschränkung des Problems auf die Analyse der Fleischrinder- und Schweinehaltung vorgenommen werden. Ebenfalls aus Mangel an Informationen wurde die der Fleischrindermast vorgelagerte Stufe der Erzeugung von Magervieh ausgeschaltet, indem das Angebot von Magervieh als gegebene Größe behandelt wurde. Auf der Produktionsseite wurde das Problem somit eingeschränkt auf die Analyse der Rinder- und Schweinemast. Auf der Nachfrageseite waren ebenfalls Restriktionen erforderlich. Im Groß- wie im Kleinhandel wird eine Vielzahl von Endprodukten der Rind- und Schweinefleischproduktion angeboten. Eine größere Zahl von Endprodukten in das Modell aufzunehmen, war jedoch nicht möglich, weil über die nationale und regionale Nachfrage nach bestimmten Teilstücken oder Fleischqualitäten nicht genug bekannt ist. Deshalb wurde nur die Gesamtnachfrage nach Rind- bzw. Schweinefleisch betrachtet, so daß Rind- und Schweinefleisch die zwei Endprodukte im Modell waren. Die räumliche Abgrenzung des Problems wurde sowohl von der Verfügbarkeit der Daten, wie auch von den Kosten der benutzten Rechenanlage bestimmt. Die kleinsten Verwaltungseinheiten, für die in den Vereinigten Staaten Statistiken veröffentlicht werden, sind die Gemeinden und Counties. Die nächsthöhere Ebene bilden bereits die Staaten der Union. Die für das oben abgegrenzte Problem notwendigen Daten waren zumeist für die Counties überhaupt nicht und für die Staaten nur teilweise verfügbar. Das zwang zur Wahl der Staaten als kleinster räumlicher Einheit im Modell und hätte 48 Einzelregionen ergeben. Aus Kostengründen wurden jedoch eine Reihe kleinerer oder homogener Staaten zusammengefaßt, so daß die Zahl der Regionen auf 26 eingeschränkt wurde.

### 4.2 *Einfluß der Daten auf die Wahl des Modelltyps*

Infolge der Abgrenzung des Problems kamen das einfache oder erweiterte Transportmodell für die Analyse nicht in Betracht. Die Wahl des einfachen Modells der linearen Programmierung wurde entscheidend durch die Dimensionen der Untersuchung bestimmt. Selbst mit der beschränkten Zahl von 26 Regionen umfaßte das Tableau des

einfachen linearen Programms letztlich 3000 Spalten und 400 Zeilen und benötigte zur Ablochung mehr als 11000 Lochkarten. Die Rechenzeit eines Durchlaufs zur Ermittlung einer Optimumlösung betrug auf der IBM 7094 des Department of Computer Science der University of Illinois fast 2,5 Stunden. Infolge der Kosten für die Benutzung der Anlage wurde später auf die iterative Ermittlung einer Gleichgewichtslösung verzichtet, obwohl regionale Nachfragefunktionen zur Verfügung standen. Stattdessen wurden einige alternative Modellformulierungen durchgerechnet. Da in einem Ansatz der quadratischen Programmierung jede Transportaktivität eine Beschränkung darstellt, war die Verwendung eines solchen Modelltyps für die gewählte 26-Regionen-Aufteilung von vornherein ausgeschlossen. Die für die Untersuchung zur Verfügung stehenden Mittel hätten dafür nicht ausgereicht, denn gerade durch die Zunahme der Zahl der Beschränkungen (Zeilen des Tableaus) werden die Ansprüche an die Kapazität der Rechenanlage und damit die Kosten entscheidend erhöht. Von der Kostenfrage abgesehen, wäre es auch nicht möglich gewesen, sinnvolle regionale Angebotsfunktionen zu bestimmen, und infolgedessen hätte ein Ansatz der quadratischen Programmierung nur geringfügig verschiedene Ergebnisse erbringen können.

#### 4.3 *Einfluß der Daten auf die Spezifizierung der Modellstruktur*

Im Rahmen der oben abgesteckten Problemstellung waren für die Spezifizierung der Einzelheiten der Modellstruktur sechs ihrer Natur nach verschiedene Kategorien von Daten erforderlich:

1. Mengen primärer Zwischenprodukte
2. Futteransprüche anderer Viehwirtschaftszweige
3. Technische Koeffizienten der Produktion und Verarbeitung
4. Kosten der Produktion und Verarbeitung
5. Transportkosten
6. Nachfragemengen.

##### 4.3.1 *Primäre Zwischenprodukte*

Die Daten der im Wirtschaftsjahr 1959/60 verfügbaren primären Produktionsmittel konnten insgesamt den Statistiken des U.S. Landwirtschaftsministeriums entnommen werden. Es erwies sich dabei als notwendig, die Vielzahl der Futtermittel in drei aggregierte Gruppen, Futtergetreide, Eiweißfuttermittel und Rauhfutter, zusammenzufassen. Für die Umrechnung konnten gebräuchliche Umrechnungsschlüssel verwendet werden. Problematisch blieb jedoch die Zusammenfassung von Heu und Saftfutter im Aggregat Rauhfutter. Es erwies sich als nicht möglich, das für die Rindermast zur Verfügung stehende Weideland quantitativ zu erfassen. Auf eine solche Beschränkung wurde deshalb verzichtet und stattdessen die Gesamtmenge des im Modell in Weidemastaktivitäten erzeugten Rindfleisches beschränkt.

##### 4.3.2 *Futteransprüche anderer Viehwirtschaftszweige*

Zur Bestimmung der Futteransprüche der nicht im Modell analysierten Viehwirtschaftszweige mußten zunächst die regionalen Bestände in Großvieheinheiten festgestellt werden. Aus der Kenntnis der Viehbestände und der durchschnittlich verfütterten Rationen war es dann möglich, den regionalen Futtermittelverbrauch zu bestimmen. Die notwendigen Unterlagen fanden sich ebenfalls in den Veröffentlichungen des USDA.

#### 4.3.3 *Technische Koeffizienten der Produktion und Verarbeitung*

Die in den Produktionsprozessen erforderlichen technischen Koeffizienten wurden Produktionsfunktionsschätzungen entnommen, die aus Fütterungsexperimenten im Mittleren Westen ermittelt wurden. Es wurde angenommen, daß regionale Unterschiede der Fütterungseffizienz bestehen und versucht, dies in den Produktionskoeffizienten zum Ausdruck zu bringen. Dabei wurde auf Informationen aus anderen Studien zurückgegriffen [14; 25]. Um alternative Fütterungsmöglichkeiten und die Erzeugung verschiedener Endgewichte in gewissem Umfang darzustellen, war es erforderlich, für die Rindermast 16 und die Schweinemast 8 verschiedene Fütterungsprozesse zu spezifizieren. Diese umfassen bei der Rindermast 4 in der Zusammensetzung von hohem Konzentratanteil bis zu hohem Raufutteranteil wechselnde Fütterungsprozesse für eine Mastperiode von 400 – 900 lbs; desgleichen 4 Prozesse für eine Mastperiode von 400 – 1000 lbs und 6 Prozesse für eine Mastperiode von 650 – 1050 lbs. Die Möglichkeit der Weidemast wurde mit zwei weiteren Prozessen berücksichtigt. Das nicht durch Rindermast erzeugte Angebot an Rindfleisch wurde als gegeben betrachtet, da es den ausgemerzten Tieren der Fleisch- und Milchrinderherden entstammt und von den Entscheidungen der Farmer über Größe und Zusammensetzung ihrer Herden abhängt. Mit Hilfe einer Scheinaktivität wurde diese vorherbestimmte Menge Rindfleisch in das Modell eingeführt, um sie bei der Bestimmung der optimalen Transporte und der regionalen Schlachtungsmengen berücksichtigen zu können. Das von den Fleisch- und Milchviehherden verbrauchte Futter wurde ebenfalls diesem Prozeß zugeschlagen. In den Schweinemastprozessen wurden nur Futtergetreide- und Eiweißfuttermittel als Inputfaktoren berücksichtigt. Bezüglich der Ferkel wurde aus Mangel an anderen Informationen angenommen, daß in jeder Region eine für die Mast ausreichende Anzahl zur Verfügung steht. Damit entfiel diese Beschränkung. Es mußten jedoch der Futterbedarf der Ferkelerzeugung sowie die durch Sauenhaltung anfallende Fleischmenge in den technischen Koeffizienten der Produktionsprozesse eingefangen werden. Die Variation der Zusammensetzung von Futterrationen und Endgewichten wurde im Modell in acht Fütterungsprozessen zum Ausdruck gebracht. Die Verarbeitungskoeffizienten wurden durch die durchschnittlichen Ausschlagungsprozentsätze bei Rindern und Schweinen repräsentiert. Eine regionale Differenzierung der Verarbeitungskoeffizienten wurde nicht vorgenommen.

#### 4.3.4 *Kosten der Produktion und Verarbeitung*

Futterkosten brauchten bei der Modellspezifizierung nicht berücksichtigt zu werden, da eine Bewertung des Futters in der Modellösung selbst erfolgte. Die mit der Länge der Mastperiode variierenden übrigen Kosten wurden mit Hilfe von Produktionsfunktionsberechnungen und Buchführungsunterlagen ermittelt und mit den fixen Kosten zusammen auf die Produktionseinheit des Modells (100 lbs) umgerechnet. Regionale Kostenunterschiede wurden mit Hilfe eines regionalen Arbeitskostenindexes berücksichtigt.

Für die Verarbeitungskosten konnten regionale Unterschiede auf der Grundlage von regional unterschiedlichem Arbeitsaufwand ermittelt werden.

#### 4.3.5 *Transportkosten*

Für alle der Zwischen- und Endprodukte mußten Transportkosten je Einheit für alle möglichen Kombinationen von zwei zentralen Marktpunkten der 26 Regionen des Modells bestimmt werden. Dabei mußten die Unterschiede der Transportkosten der

verschiedenen möglichen Transportträger (Schiff, Bahn, Lastkraftwagen) berücksichtigt werden. Benutzt wurden die Daten von tatsächlichen Frachttarifen. Falls dies für spezifische Marktpunkte nicht möglich war, wurden Transportkostenfunktionen benutzt, die auf der Grundlage von tatsächlichen Daten geschätzt wurden.

#### 4.3.6 Nachfragemengen

Die regionalen Verbrauchsniveaus von Rind- und Schweinefleisch konnten aus der Kenntnis des Gesamtverbrauchs unter Zuhilfenahme von regionalen Unterschieden des Je-Kopf-Verbrauchs und regionaler Einkommens-Verbrauchs-Beziehungen bestimmt werden.

#### 4.4 Die Interpretation der Ergebnisse

Die Interpretation und Beurteilung der Ergebnisse erfolgte auf dreierlei Weise. Zunächst wurden die Ergebnisse für jede einzelne Region daraufhin überprüft, ob sich extreme Abweichungen von den auf Grund der logischen Struktur des Modells zu erwartenden Werten ergaben. Diese Prüfung diente einmal als letzte Kontrolle auf mögliche Fehler bei der Übertragung von Daten bei der Ausführung der Rechnungen und zum anderen als erste Wertung der Modellergebnisse. Notwendige Korrekturen wurden im Anschluß daran sofort durchgeführt. Die korrigierte Lösung wurde dann als Grundlösung bezeichnet. Erst diese Grundlösung wurde — soweit möglich — mit vergleichbaren Daten verglichen. Zuletzt wurden Veränderungen der Modellstruktur vorgenommen und die daraus resultierenden neuen Lösungen mit der Lösung des Grundmodells verglichen.

Nur für die regionale Fleischerzeugung und die regionalen Schlachtungen war es möglich, den Modellergebnissen vergleichbare Statistiken gegenüberzustellen. Beobachtete Daten für Transporte von Fleisch, Lebendvieh und Futtermitteln waren zu heterogen und unvollständig, als daß sie als Vergleichsbasis für die Modellergebnisse hätten dienen können.

Als Maß für die Übereinstimmung der Modellergebnisse mit den tatsächlichen Daten wurde der folgende Index benutzt:

$$\text{Index der Abweichung} = \frac{\text{Modellproduktion} - 1/2 \sum |\text{Abweichungen}|}{\text{Modellproduktion}} \cdot 100$$

wobei die Abweichungen die regionalen Differenzen von tatsächlicher Produktion und Modellproduktion sind. Die Summe der absoluten Abweichungen wird durch zwei dividiert, um Doppelzählungen zu vermeiden. Der Index mißt die relative Übereinstimmung zwischen Modellergebnissen und tatsächlichen Beobachtungen. Im Fall völliger Übereinstimmung, d. h. Abweichungen gleich Null, ist der Index gleich 100; der Index fällt mit zunehmenden Abweichungen.

Die so errechneten Indices sind mit Vorsicht zu interpretieren. Zunächst ist die Frage zu stellen, was mit einem solchen Vergleich erreicht werden kann. Abweichungen der Modellergebnisse von der Wirklichkeit können in den Daten (Fehler in den im Modell verwendeten, wie auch in den Vergleichsdaten), aber auch in den Annahmen des Modells begründet sein. Insbesondere sind dies die allgemeinen Annahmen des Modells, in denen die Marktform der vollkommenen Konkurrenz zugrundegelegt wird. Unter diesen Annahmen ist die Modelllösung effizient in dem Sinne, daß keine andere Verwendung der Ressourcen möglich ist, ohne den Wert des Gesamtprodukts zu vermindern. Könnte man davon ausgehen, daß die Fehler in den Daten unbedeutend sind und die Modellstruktur den Bedingungen der Wirklichkeit entspricht, so würde eine Gegen-



überstellung der Modellergebnisse mit vergleichbaren statistischen Daten anzeigen, welche Veränderungen eines bestehenden Zustandes in einem Wirtschaftsbereich notwendig wären, um zu einem allgemeinen Gleichgewichtszustand in diesem Bereich zu gelangen. Tatsächlich kann aber über die Qualität von wirtschaftlichen Daten nicht viel ausgesagt werden<sup>1)</sup>. Somit kann nicht darüber entschieden werden, in welchem Ausmaß Abweichungen auf den Mängeln der Daten beruhen oder durch das Bestehen anderer Marktformen als der vollständigen Konkurrenz bedingt sind. Ein hoher Index, d. h. geringe Abweichungen, kann nun wohl als Anzeichen dafür gedeutet werden, daß die Fehler in den Daten nicht zu groß waren und auch dafür, daß der untersuchte Wirtschaftsbereich effizient organisiert ist. Andererseits kann aus einem niedrigen Index aber nicht das Gegenteil herausgelesen werden. Dazu wäre erstens eine genaue Trennung der Ursachen der beobachteten Abweichungen vonnöten und zweitens müßte man fundierte Vorstellungen darüber haben, ob die Pareto Effizienz bei vollständiger Konkurrenz tatsächlich ein für die Gesellschaft als Ganzes anzustrebendes Ziel ist. Die Interpretation des Indexes ist daher nur sinnvoll auf der Grundlage einer eingehenden Prüfung der Einzeldaten, die bei der Berechnung des Indexes verwendet werden. Unter Umständen müssen auch weiter ins Detail gehende Untersuchungen angestrebt werden, um zu einer befriedigenden Erklärung der im einzelnen beobachteten Abweichungen zu gelangen.

Die genannten Schwierigkeiten der Interpretation werden vermindert beim Vergleich der Lösungen alternativer Modellformulierungen miteinander. Diese letztgenannte Möglichkeit der Auswertung des Modells kann jedoch erst angewendet werden, wenn die Lösung des Grundmodells ausreichend geprüft und für gut befunden worden ist. Nur dann ist es sinnvoll, die Untersuchung spezifischer Fragen am Modell durch systematische Änderungen der Annahmen und Bedingungen fortzusetzen. Beim Vergleich alternativer Modellösungen mit der Grundlösung entfällt dann das Problem der Fehler in den Daten, so daß die Unterschiede in den Lösungen ausschließlich als Effizienzunterschiede gedeutet werden können. Ein solches Vorgehen eröffnet eine Fülle von Möglichkeiten zur modellanalytischen Prüfung agrarpolitischer Entscheidungsprobleme. Im Rahmen des gesteckten Themas kann darauf jedoch nicht weiter eingegangen werden.

## 5 Schlußbemerkung

Die Verfahren der Prozeßanalyse liefern Werkzeuge zur quantitativen Untersuchung der interregionalen Produktions-, Verarbeitungs-, Transport- und Absatzbedingungen. Die Methoden sind operational und auf vielfältige und umfassende Fragestellungen anwendbar. Empirische Anwendungen werden jedoch behindert oder erschwert durch mangelnde Verfügbarkeit und Qualität eines Teils der notwendigen Daten. Weitere Begrenzungen ergeben sich aus den Kosten der Durchführung derartiger Untersuchungen. Wenn in dieser Situation trotzdem zur empirischen Prüfung der Methoden geschritten werden soll, so ist es nicht damit getan, nur die Forderung nach verbesserter Erhebung und Veröffentlichung von Daten auf regionaler Ebene zu erheben, sondern es ist unabdingbar, nach Wegen zu suchen, wie jegliche verstreut bereits vorhandene Information in einem sinnvoll aufgebauten Modell zusammengefaßt und ausgewertet werden kann. Bei einer Beurteilung der bereits erstellten oder noch in Arbeit befindlichen interregionalen Modelle sollte dieser Gesichtspunkt berücksichtigt werden.

---

<sup>1)</sup> Vgl. Abschnitt 2.2

## Literatur

1. BARKER, R.: The Estimation of Regional Supply Functions, In: Interregional Competition, Research Methods, hrsg. von R. A. KING, RALEIGH, N. C., 1963
2. BAUMOL, W. J.: Spatial Equilibrium with Supply Points Separated from Markets with Supplies Predetermined, Ditto Report, USDA, Washington D. C., 1952
3. BECKMANN, M.: A Continuous Model of Transportation. *Econometrica* 20, 643 (1952)
4. Ders. und T. MARSCHAK: An Activity Analysis Approach to Location Theory. *Kyklos*, 8, 125 (1955)
5. v. BÖVENTER, E.: Theorie des räumlichen Gleichgewichts. Tübingen 1962
6. BUCHHOLZ, H. E.: An Interregional Analysis of the United States Feed-Livestock Economy, Ph. D. Thesis, University of Illinois, 1965
7. Ders. und G. G. JUDGE: An Interregional Analysis of the Feed-Livestock Economy, AERR 75, Department of Agricultural Economics, University of Illinois, Sept. 1965
8. Dies.: Ein Standortmodell der tierischen Produktion der Vereinigten Staaten von Amerika. *Berichte über Landwirtschaft Heft 2*, 392 (1965)
9. FARRELL, M. J.: Some Aggregation Problems in Demand Analysis. *Rev. Econ. Stud.* 21 (3), 193 (1953–54)
10. GREEN, H. A. J.: Aggregation in Economic Analysis. Princeton, 1964
11. HEADY, E. O.: Aggregation and Related Problems in Models for Analysis of Interregional Competition. In: Interregional Competition, Research Methods, hrsg. von R. A. KING, Raleigh, N. C., 1963
12. Ders., BAKER C. B., DIESSLIN H. G., KEHRBERG E. und S. STANFORTH (Hrsg.): Agricultural Supply Functions. Ames, Iowa, 1961
13. HENRICHSMEYER, W.: Modellansätze zur Analyse der sektoralen und regionalen Interdependenzen des Agrarbereichs. Diss. Bonn 1964
14. JENNINGS, R. D.: Feed Consumed by Livestock, Supply and Disposition of Feeds 1949–50, USDA, Statistical Bulletin 145. Washington, D. C., 1954
15. JUDGE, G. G. und T. D. WALLACE: Estimation of Spatial Price Equilibrium Models. *Journal of Farm Economics*, 40, 801 (1958)
16. KLEIN, L. R.: Remarks on the Theory of Aggregation. *Econometrica*, 14, 303 (1946)
17. KOOPMANS, T. C.: Optimum Utilization of the Transportation System. *Econometrica* 17 (Suppl.), 136 (1949)
18. Ders. (Hrsg.): Activity Analysis of Production and Allocation. London 1951
19. LADD, G. W.: The Estimation of Regional Demand Functions, In: Interregional Competition, Research Methods, hrsg. von R. A. KING, Raleigh, N. C., 1963
20. LEFEBER, L.: Allocation in Space. Amsterdam, 1958
21. MORGENSTERN, O.: Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen 2. Aufl. Wien und Würzburg 1965
22. NERLOVE, M.: The Dynamics of Supply. Baltimore 1958
23. REITER, S. und L. W. MCKENZIE: Two Papers on the Application of Activity Analysis to the Theory of International Trade. Cowles Commission Papers, New Series, No. 72. Chicago 1954
24. SAMUELSON, P. A.: Spatial Price Equilibrium and Linear Programming, *Amer. Econ. Rev.* 42, 283 (1952)
25. SCHRADER, L. F. und G. A. KING: Regional Location of Beef Cattle Feeding. *J. Farm Econ.* 44, 64 (1962)
26. *Statistisches Bundesamt*: Stichproben in der Amtlichen Statistik. Stuttgart und Mainz 1960
27. *Statistisches Bundesamt*: Quellennachweis regionalstatistischer Ergebnisse, Stand Mitte 1965. Stuttgart und Mainz 1966
28. STEVENS, B. H.: Interregional Linear Programming, Ph. D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1959
29. TAKAYAMA, T. und G. G. JUDGE: An Interregional Activity Analysis Model for the Agricultural Sector. *J. Farm Econ.* 46, 349. (1964)
30. Dies.: Spatial Equilibrium and Quadratic Programming. *J. Farm Econ.* 46, 67 (1964)
31. THEIL, H.: Linear Aggregation of Economic Relations. Amsterdam, 1954

32. WEINSCHENCK, G. und W. HENRICHSMEYER: Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion. Berichte über Landwirtschaft, N. F. H. 2, 44, 201 (1966)